

東アジア下流域におけるブラックカーボン粒子の湿性沈着フラックスの季節変化

Seasonal variation of wet deposition fluxes of black carbon in East Asia: long-term measurements

*森 樹大¹、三浦 和彦¹、大畑 祥²、茂木 信宏²、小池 真²、近藤 豊³、中込 和徳⁴、吉川 昌範⁵、岩崎 綾⁶

*Tatsuhiko Mori¹, Kazuhiko Miura¹, Sho Ohata², Nobuhiro Moteki², Makoto Koike², Yutaka Kondo³, Kazunori Nakagome⁴, Masanori Yoshikawa⁵, Aya Iwasaki⁶

1. 東京理科大学、2. 東京大学大学院理学系研究科、3. 国立極地研究所、4. 長野県環境保全研究所、5. 福井県衛生環境研究センター、6. 沖縄県衛生環境研究所

1. Tokyo University of Science, 2. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 3. National Institute of Polar Research, 4. Nagano Environmental Conservation Research Institute, 5. Fukui Prefectural Institute of Public Health, 6. Okinawa Prefectural Institute of Health and Environment

ブラックカーボン（BC）は、太陽光を吸収し大気を加熱するエアロゾルである。BCの放射強制力の推定の不確かさを減らすためには、BC質量濃度の時空間分布の支配因子の一つである湿性除去過程を観測的に理解する必要がある。湿潤対流においてBC含有粒子の多くは、雲凝結核として作用し降水で除去されるが、大気中のBC含有粒子のうち、どれほど降水で除去されるかを理解するためには大気と降水中のBC質量濃度を同時に観測する必要がある。特に東アジア域は、BC排出量や降水量も多いため、地球上でBCの湿性沈着フラックスが多い領域である。そこで本研究では、中国大陸起源の汚染空気塊の下流域にあたる沖縄県辺戸岬、福井県越前岬、長野県八方尾根において、大気中のBC質量濃度 (M_{BC}) と降水中のBC質量濃度 (C_{BC}) を同時に観測し、両者の濃度やBC湿性沈着フラックス (F_{BC}) の季節変化から、東アジア下流域におけるBCの空間分布を明らかにする。観測期間はそれぞれ、2010/4 ~ 2017/1、2012/8 ~ 2016/7、2012/7 ~ 2016/9である。

M_{BC} の測定はブラックカーボンモニタ（COSMOS）を使用した。また、1日ごとに降水を採取し、同軸型ネブライザーとレーザー誘起白熱法を組み合わせた測定法により、 C_{BC} を測定した。辺戸岬では、 M_{BC} と C_{BC} ともに冬季（12月～2月）から春季（3月～5月）にかけて増加し、夏季（6月～8月）に減少した。 M_{BC} の増加は、中国大陸からの汚染空気塊が冬季の季節風や春の移動性擾乱に伴う北西風によって多く輸送されたためである。 C_{BC} の月平均値は春季 ($66.1 \pm 70.0 \mu\text{g L}^{-1}$) に最も高くなり、境界層内の高い M_{BC} が C_{BC} の支配因子の一つであることが示唆された。越前岬や八方尾根では、 M_{BC} は冬季から春季にかけて増加する一方、 C_{BC} は秋季（9月～11月）から冬季にかけて増加した。越前岬や八方尾根の冬季における C_{BC} の月平均値は、それぞれ $19.6 \pm 14.1 \mu\text{g L}^{-1}$ 、 $14.4 \pm 10.8 \mu\text{g L}^{-1}$ となった。 C_{BC} の増加理由は境界層内の M_{BC} の増加だけでなく、BC含有粒子の雲凝結核能が高い可能性や降雪粒子との衝突過程を多く経験した可能性がある。次に C_{BC} と降水量の積で表せる F_{BC} を算出した。辺戸岬では、春季における F_{BC} の月平均値 ($11.8 \text{ mg m}^{-2} \text{ month}^{-1}$) が年平均値 ($3.7 \text{ mg m}^{-2} \text{ month}^{-1}$) よりも約3倍高く、年間の F_{BC} のうち約8割を占めた。これは春季における C_{BC} が高く、梅雨前線や低気圧の影響で降水量も増加したためである。越前岬や八方尾根では、冬季における F_{BC} の月平均値（越前岬： $4.08 \text{ mg m}^{-2} \text{ month}^{-1}$ 、八方尾根： $2.05 \text{ mg m}^{-2} \text{ month}^{-1}$ ）が年平均値（越前岬： $2.01 \text{ mg m}^{-2} \text{ month}^{-1}$ 、八方尾根： $1.20 \text{ mg m}^{-2} \text{ month}^{-1}$ ）よりも約2倍高く、年間の F_{BC} の約4～5割を占めた。これは、冬季における C_{BC} が高く、降水・降雪量も増加したためである。本観測で得られた F_{BC} は、気候モデルが推算する F_{BC} の検証データとして非常に有効である。

キーワード：ブラックカーボン、湿性除去、地上観測、東アジア

Keywords: Black carbon, Wet deposition, Field observation, East Asia

